

## Vorrichtung und Verfahren zum digitalen Belichten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum digitalen Belichten von lichtempfindlichen Materialien. Die Vorrichtung besitzt einen elektronischen Bildspeicher zum Speichern einer Bildvorlage, eine Belichtungseinheit, die

- 5 vorzugsweise eine Lichtquelle, einen elektronisch ansteuerbaren Lichtmodulator zur Darstellung eines Teilbildes der Bildvorlage und eine Abbildungsoptik zur Projektion des Teilbildes auf das lichtempfindliche Material das lichtempfindliche Material umfasst, eine z.B. aus Servomotoren und einer Motorsteuerung bestehende Antriebsvorrichtung zur Bewegung der Belichtungseinheit parallel zur
- 10 Oberfläche des lichtempfindlichen Materials des lichtempfindlichen Materials, eine Scrolleinrichtung zum Scrollen eines Bildstreifens der Bildvorlage durch den Lichtmodulator und eine Steuervorrichtung zur Synchronisierung der Antriebsvorrichtung mit der Scrolleinrichtung.

- Eine derartige Belichtungsvorrichtung ist beispielsweise aus der WO 01/21413 A1
- 15 bekannt. Als Lichtmodulator kommt beispielsweise ein durchstrahlter LCD-Bildschirm oder eine reflektierende Mikrospiegelanordnung, auch als DMD oder Digital Mirror Device bekannt, in Frage. Gegenüber einem Belichtungsverfahren, bei dem etwa briefmarkengroße Teilbilder mit zum Belichtungszeitpunkt stillstehender Belichtungseinheit belichtet werden und die Belichtungseinheit
- 20 zwischen zwei Belichtungen zur nächsten Belichtungsposition verschoben wird (Step-and-Repeat-Verfahren), hat das Scrollen den Vorteil, dass die Belichtung nicht für die zwischenzeitlich zu erfolgenden Positioniervorgänge unterbrochen werden muss.

- In der Praxis ist das Verhältnis der Positionierzeit zur Belichtungszeit etwa 1 : 1.
- 25 Wenn das Scrollingverfahren fast alle Positioniervorgänge einspart, kann dadurch die Bearbeitungszeit für die Fertigstellung des Belichtungsvorgangs um etwa 50 Prozent reduziert werden. Wenn beispielsweise die zu belichtende Material Fläche in  $100 \times 100 = 10.000$  Teilbilder unterteilt und diese im Step-and-Repeat-Verfahren belichtet werden, benötigt man 10.000 Positioniervorgänge. Beim

kontinuierlichen, streifenweisen Belichten des lichtempfindlichen Materials sind nur 100 Positioniervorgänge für die 100 Streifen erforderlich, so dass 9.900 Positioniervorgänge und somit 99 Prozent der Positionierzeit eingespart werden. Diese entsprechen in etwa 50 Prozent der Bearbeitungszeit, so dass sich der

5 Durchsatz eines Belichtungsgerätes bei Verwendung des Scrollingverfahrens verdoppeln lässt.

Bei der Verwendung des Scrollingverfahrens tritt allerdings das Problem auf, dass der Lichtmodulator, also der LCD-Bildschirm oder der DMD-Chip selbst keine Schieberegisterfunktionen zur Verfügung stellen. Deshalb müssen die Bilddaten

10 für das gesamte Teilbild immer dann komplett zum Lichtmodulator übertragen werden, wenn sich das Teilbild beim Scrolling nur um eine einzige Bildzeile verschiebt. Das gesamte Teilbild besteht aber typischerweise zum Beispiel aus 1.000 Zeilen mal 1.000 Spalten, so dass sich insgesamt mindestens 1.000.000 Pixel oder mehr ergeben. Bei der Verschiebung um eine Zeile muss die gesamte

15 Bildinformation für alle Pixel übertragen werden. Ein schnelles Scrollen erfordert die Übertragung der gesamten Teilbildinformation mehrere tausend Mal pro Sekunde zu wiederholen. Daraus ergeben sich enorme Datenflüsse, die im Falle des DMD technisch bis zu 7,6 Gbit/s betragen können. Die übliche Ansteuerung des Lichtmodulators mittels eines Computer ist durch diese Datenflüsse

20 überfordert. Auch die Verarbeitung der genauen Position der Belichtungseinheit und die Synchronisation mit den Bilddaten erfordert einen hochauflösenden Echtzeitzugriff auf die momentanen Positionsdaten, was mit einem PC selbst mit Echtzeitbetriebssystem nicht zu realisieren ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Belichtungsvorrichtung der eingangs genannten

25 Art anzugeben, mit der eine Belichtung im schnellen Scrolling-Modus möglich ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass ein schneller Zwischenspeicher zum Speichern eines streifenförmigen Bereichs der Bildvorlage vorgesehen ist, aus dem die Bilddaten für das jeweils zu belichtende Teilbild synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit auf den Lichtmodulator übertragbar sind. Der

- besondere hardwaremäßige Zwischenspeicher ist für einen besonders schnellen Zugriff geeignet. Er braucht nicht die gesamte Bildvorlage aufzunehmen, sondern lediglich einen streifenförmigen Bereich der Bildvorlage, aus dem wiederum die Bilddaten abrufbar sind, die gerade vom Lichtmodulator für die Belichtung benötigt werden. Dabei wird der Zwischenspeicher über eine geeignete Synchronisierungseinrichtung mit der Bewegung der Belichtungseinheit synchronisiert. Dies ermöglicht eine schnelle synchrone Bilddatenübertragung auf den Lichtmodulator ohne direkte Beteiligung eines Computers, der die genaue Synchronisation in Echtzeit nicht gewährleisten könnte.
- 10 Da die Bildinformation von zwei sich nur um eine Zeile unterscheidende Teilbilder sehr redundant ist, tritt die hohe Datenrate nur bei der Übertragung zwischen dem Zwischenspeicher und dem Lichtmodulator auf, denn die in einem Bildstreifen enthaltene Gesamtinformation wird beispielsweise tausendfach an den Lichtmodulator übertragen, wenn dieser 1.000 Zeilen aufweist. Die Auffrischung
- 15 der im Zwischenspeicher gespeicherten Bildinformationen eines gesamten Bildstreifens kann daher ohne Probleme von einem Computer aus erfolgen, da der hierfür erforderliche Datenfluss etwa um den Faktor 1.000 geringer ausfällt.
- Vorzugsweise ist der Zwischenspeicher in der Belichtungseinheit angeordnet. Auf diese Weise können die Datenleitungen zwischen dem Zwischenspeicher und dem Lichtmodulator kurz gehalten werden. Dies reduziert nicht nur die
- 20 Materialkosten, sondern auch die Störungsempfindlichkeit.
- Die Gesamtbearbeitungszeit für die Belichtung einer ganzen Druckplatte kann noch reduziert werden, wenn die Übertragung des nächsten Bildstreifens zeitgleich mit der Belichtung des aktuellen Bildstreifens erfolgen kann. Dies kann
- 25 vorzugsweise dadurch gelöst werden, dass der Zwischenspeicher zwei Teilspeicher für die Speicherung von zwei Streifen der Bildvorlage umfasst und während der Übertragung der Daten aus einem ersten Teilspeicher zum Lichtmodulator für die Belichtung eines ersten Streifens die Daten für die Belichtung des nächsten Streifens der Bildvorlage vom Computer zum zweiten

Teilspeicher übertragbar sind. Dann trägt die Zeit zur Übertragung der Daten vom Bildspeicher des Computers zum Zwischenspeicher der Belichtungseinheit nicht zur Gesamtbearbeitungszeit bei.

- 5 In eine bevorzugten Ausführungsform besteht die Steuervorrichtung aus einem Computer mit einem Steuerprogramm, wobei auch der Bildspeicher im Computer untergebracht ist. Auf diese Weise können die nicht besonders zeitkritischen Komponenten der Belichtungsvorrichtung durch einen kostengünstig zu beschaffenden Computer dargestellt werden.

- 10 In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Steuerprogramm einen Belichtungsdatenmanager, einen Bilddatenmanager und einen Positionsdatenmanager umfasst, wobei die Bilddaten des Bildspeichers durch den Belichtungsdatenmanager in für die streifenweise Belichtung geeignete Datenpakete aufgeteilt und an den Bilddatenmanager übergeben werden, wobei der Belichtungsdatenmanager Positionsdaten und Geschwindigkeitsdaten für die  
15 Motorsteuerung erzeugt, die an den Positionsdatenmanager übergeben werden.

- In Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Steuerprogramm die Scrolleinrichtung, die mit einer hardwaremäßig ausgestalteten Triggerkarte zusammenwirkt, wobei die Triggerkarte mit Positionssensoren verbunden ist, die Daten über die tatsächliche Position der Belichtungseinheit liefern, wobei die  
20 Triggerkarte den Datenfluss vom Zwischenspeicher zum Lichtmodulator synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit steuert und ein Handshake zwischen Triggerkarte und Motorsteuerung die Motorsteuerung veranlasst, die Positions- und Geschwindigkeitsdaten aus dem Positionsdatenmanager abzurufen und die Servomotoren entsprechend anzusteuern. Die Darstellung der Triggerfunktionen  
25 mittels einer hardwaremäßigen Triggerkarte garantiert eine schnelle Ablaufsteuerung in Echtzeit, die mit einer direkten softwaremäßigen Darstellung nicht möglich wäre.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Scrolleinrichtung mit dem Bilddatenmanager derart zusammenwirkt, dass die stufenweise Übertragung der

Bilddaten vom Bilddatenmanager zum Zwischenspeicher immer dann erfolgt, wenn aus dem jeweiligen Teilspeicher gerade keine Daten für die Ansteuerung des Lichtmodulators entnommen werden. Dadurch erhält man eine zweckmäßige Synchronisation der streifenweisen Übertragung der Bilddaten aus dem Computer zur Belichtungseinheit.

Aus dem Bereich der Fotofinishing-Geräte zur Belichtung von Fotopapier sind Belichter mit Scrolling-Funktion bekannt, bei denen die Einschaltdauer des Lichtmodulatorpixels sehr klein ist im Verhältnis zu der Zeit zum Überfahren eines Pixels bei gegebener Relativgeschwindigkeit zwischen Lichtmodulator und zu belichtender Unterlage. Durch die relativ kurze Einschaltdauer vermeidet man das Verschmieren der Kanten der Pixel und erreicht somit eine schärfere Darstellung. Die kurzen Einschaltdauern sind nur deshalb zu vertreten, weil das Fotopapier hochlichtempfindlich ist.

Bei der Belichtung von vielen anderen lichtempfindlichen Materialien wie zum Beispiel Druckplatten oder Siebdruckschablonen hingegen hat man nur eine sehr geringe Lichtempfindlichkeit. Deshalb führt eine im Verhältnis zur Fahrzeit beim Überfahren eines Pixels relativ kurze Einschaltdauer zur einer insgesamt sehr langen Bearbeitungszeit für die gesamte Fläche des lichtempfindlichen Materials. Zur Verkürzung der Bearbeitungsdauer muss daher bei der Belichtung das Verhältnis von Einschaltzeit zu Fahrzeit möglichst groß gewählt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung sieht daher vor, dass die Belichtungszeit für ein Pixel gleich der Fahrzeit ist, die die Belichtungseinheit zum Überfahren einer Pixelbreite benötigt. Dabei kommt es überraschenderweise nicht zum Verschmieren der Pixelkanten, wie sich in Versuchen herausgestellt hat. Eine Erklärung hierfür könnte die relative steile Gamma-Kurve und das Entwicklungsverfahren für solche gering lichtempfindlichen Materialien bieten.

Zur Vermeidung sichtbarer Übergänge von einem Bildstreifen zum benachbarten Bildstreifen wird vorgeschlagen, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Streifen

derart erfolgt, dass sich die Streifen teilweise überlappen und das die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro Pixel zu den Rändern der Streifen hin abnehmend angeordnet ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Fläche des lichtempfindlichen Materials ergibt. Auch ohne eine teilweise Überlappung, also bei direkter Aneinanderreihung von Belichtungsstreifen ist mit der Notwendigkeit zu rechnen, den optischen Eindruck der linken und rechten Bildstreifenkante anzugleichen. Auch dies kann über die Reduzierung der Lichtmenge für einzelne Spalten des Bildstreifens geschehen. Für die Reduzierung der Lichtmenge in den Randbereichen der Streifen kann entweder eine reduzierte Lichtintensität bei gleichbleibender Belichtungszeit oder eine reduzierte Belichtungszeit bei gleichbleibender Lichtintensität angewandt werden. Insbesondere bei Mikrospiegelanordnungen (DMD) kann die Lichtintensität nur digital geschaltet werden. Dies bedeutet entweder 100 Prozent eingeschaltet oder ganz ausgeschaltet. Deshalb kommt hier nur die Steuerung der Lichtmenge durch verkürzte Belichtungszeit in Frage. Dies wiederum kann durch verkürzte Einschaltzeiten aller in Bewegungsrichtung der Belichtungseinheit hintereinander angeordneten Pixel des Lichtmodulators geschehen oder im Falle des DMDs nur bei gleichbleibenden Einschaltzeiten durch Reduzierung der insgesamt an der Belichtung beteiligten in Fahrtrichtung liegenden Pixel. Die quantitative Beschreibung der Anzeigeveränderung wird als Overlay bezeichnet.

Zur Erfindung gehört auch ein Verfahren zur Belichtung von lichtempfindlichen Materialien unter Verwendung der vorbeschriebenen Belichtungsvorrichtung, bei dem die Bilddaten und Positions- bzw. Geschwindigkeitsdaten wie oben beschrieben erzeugt und weiterverarbeitet werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt:

Figur 1: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung

In der Figur 1 erkennt man eine Steuervorrichtung 1, die durch einen Rahmen dargestellt ist. Die Steuervorrichtung 1 besteht aus einem Computer mit einem Bildspeicher 2, einem Steuerprogramm und einer Triggerkarte 3. Das Steuerprogramm besteht aus einem Belichtungsdatenmanager 4, der die höchste  
5 Programmebene darstellt, einem Positionsdatenmanager 5, einem Bilddatenmanager 6 und einer Scrolleinrichtung 7. Die Datenflüsse sind mittels Pfeilen angedeutet.

Außerhalb der Steuervorrichtung 1 ist eine Belichtungseinheit 8 vorgesehen, die mittels zweier Servomotoren, von denen in der Figur 1 nur ein Servomotor 9  
10 dargestellt ist, über der Oberfläche einer zu belichtenden Druckplatte 10 zweidimensional verschiebbar angeordnet ist. Der Servomotor 9 ist als Linearmotor ausgestaltet und über eine Steuerleitung 11 mit einer Motorsteuerung 12 verbunden. Dasselbe gilt für den anderen, nicht dargestellten Servomotor. Ein  
15 Positionssensor 13 erzeugt Positionsdaten zur jeweiligen Position der Belichtungseinheit 8 und überträgt diese über eine Signalleitung 14 zur Motorsteuerung 12 und über eine weitere Signalleitung 15 zur Triggerkarte 3. Entsprechendes gilt für einen nicht dargestellten Positionssensor zur Erzeugung von Positionsdaten der anderen Positionskoordinate.

Die Belichtungseinheit 8 enthält einen Zwischenspeicher 16, der aus zwei  
20 Teilspeichern 17, 18 besteht. Der Zwischenspeicher 16 wird über eine Datenleitung 19 aus der Steuervorrichtung 1 (Computer) mit Bilddaten und Overlaydaten versorgt. Weiterhin ist der Zwischenspeicher 16 über eine Triggerleitung 20 mit der Triggerkarte 3 verbunden. Schließlich steht der  
25 Zwischenspeicher 16 auch mit einem Lichtmodulator 21, im vorliegenden Fall ein DMD, in Verbindung. Das Licht einer Lichtquelle fällt auf den Lichtmodulator 21, welcher das modulierte Licht in eine Abbildungsoptik 23 lenkt. Die Abbildungsoptik 23 projiziert ein Teilbild 24 auf das lichtempfindliche Material 10. Die Belichtung des lichtempfindlichen Materials 10 erfolgt streifenweise, wobei zwei Streifen 25, 26 als Beispiel hervorgehoben sind.

Am Belichtungsprozess sind im Wesentlichen drei Instanzen beteiligt. Zum einen muss die Belichtungseinheit 8 positioniert werden. Die Softwareinstanz hierfür ist der Positionsdatenmanager 5, die zugehörige Hardware wird durch die Motorsteuerung 12 im Zusammenwirken mit den Linearmotoren 9 und den Positionssensoren 13 dargestellt.

Zum zweiten müssen die Bilddaten zur Anzeige gebracht werden. Die Softwareinstanz hierfür ist der Bilddatenmanager 6, die zugehörige Hardware ist der Zwischenspeicher 16 in der Belichtungseinheit 8.

Zum dritten muss die Bewegung der Belichtungseinheit 8 und der Datenfluss der Bilddaten synchronisiert werden. Die Softwareinstanz hierfür ist die Scrolleinrichtung 7, die zugehörige Hardware findet man in der Triggerkarte 3, die in den Computer eingebaut ist, welcher hier als Steuervorrichtung 1 dient.

Die Triggerkarte 3 hat einen Eingang für die Signalleitung 15 zur Übertragung der Positionsdaten des Positionssensors 13, der die aktuelle Position der Belichtungseinheit 8 mit einer Auflösung von  $0,1 \mu\text{m}$  zur Verfügung stellt. Weiterhin verfügt die Triggerkarte 3 über einen nicht gezeigten Speicher, in dem Anweisungen für mindestens die Belichtung eines kompletten Streifens 25, 26 mit den Abmessungen „Lichtmodulatorbreite mal Bildbreite auf dem lichtempfindlichen Material 10“ abgelegt werden können. Die Abarbeitung dieser Anweisungen geschieht mit Echtzeitauflösung von 33 MHz in einem FPGA auf der Triggerkarte 3. Dabei können abhängig von der Position der Belichtungseinheit 8, der Systemzeit und dem aktuellen Zustand der Eingangsleitungen die Ausgänge der Triggerkarte individuell geschaltet werden.

Die Bildinformation ist beim Scrollingprozess in hohem Maße redundant. Die Overlaydaten bleiben für alle Einzelbelichtungen dieselben. Bei jeder Einzelbelichtung entfällt nur eine Zeile der Bilddaten des gesamten Teilbildes 24. Die anderen Zeilen rücken jeweils um eine Position auf und die freiwerdende Zeile am Ende erhält neue Daten vom Zwischenspeicher 16. Dabei werden die Bilddaten beispielsweise zur Belichtung eines Bildstreifens 25 aus einem



Teilspeicher 17 bzw. 18 entnommen und mit den ebenfalls im Zwischenspeicher abgelegten Overlayinformationen verknüpft, während der andere Teilspeicher 18 bzw. 17 über die Datenleitung 19 jeweils mit neuen Bildinformationen für den nachfolgend zu belichtenden Bildstreifen 26 versorgt wird. Da die schnelle  
5 Datenübertragung allein auf einer Platine in der Belichtungseinheit 8 erfolgt, ist eine dauerhafte Datenrate von 64Bit x 120 MHz möglich.

Im Belichtungsdatenmanager 4 werden die Daten aus dem Bildspeicher 2 analysiert und an die einzelnen Unterprogramme weiterverteilt. Der Positionsdatenmanager erhält dabei eine Liste von Positionen, Geschwindigkeiten  
10 bzw. Geschwindigkeitskurven, die nacheinander angefahren werden müssen. Der Bilddatenmanager 6 erhält die Bilddaten, die im Lichtmodulator 21 dargestellt werden müssen und die Overlaydaten, die dabei angewendet werden sollen. Die Scrolleinrichtung 7 erhält die Information zur Startfreigabe der Servomotoren 9 und der punktgenauen Auslösung der Belichtungen. Der Datenfluss ist dabei  
15 jeweils über einen FIFO-Puffer realisiert, so dass der Belichtungsdatenmanager 4 die Daten vorverarbeiten kann und während der Belichtung keine Engpässe auftreten.

Positionsdatenmanager 5, Bilddatenmanager 6 und Scrolleinrichtung 7 versorgen die leerlaufenden Speicher von Motorsteuerung 12, Zwischenspeicher 16 und  
20 Triggerkarte 3 fortlaufend mit neuen Daten.

Die Motorsteuerung 12 und der Zwischenspeicher 16 werden über die Datenleitungen 27 und 19 zwar mit Daten versorgt, jedoch nicht über den Zeitpunkt der Verwendung bzw. Weiterleitung der jeweiligen Daten unterrichtet. Diese Funktion übernimmt die Triggerkarte 3. Zwischen der Motorsteuerung 12  
25 und der Triggerkarte 3 ist daher eine Handshake-Leitung 28 vorgesehen, über die einerseits die Triggerkarte 3 das Vorhandensein eines neuen Fahrbefehls und den Abschluss des Fahrbefehls erfährt. Andererseits gibt die Triggerkarte 3 über die Handshake-Leitung 28 die Freigabe an die Motorsteuerung 12 zur Ausführung des jeweiligen Fahrbefehls.

Die Triggerleitung 20 zwischen der Triggerkarte 3 und dem Zwischenspeicher 16 überträgt Triggerimpulse, die jeweils die Übertragung des nächsten Teilbildes 24 vom Zwischenspeicher 16 zum Lichtmodulator 21 auslösen. Zur Belichtung eines Bildstreifens 25, 26 steht die Belichtungseinheit 8 am Anfang des Bildstreifens 25 und die Motorsteuerung 12 erhält als neue Zielposition die Endposition des Bildstreifens 25. Der Zwischenspeicher 16 erhält nacheinander die Bilddaten der nacheinander zu belichtenden Bildstreifen 25, 26. Außerdem erhält er Informationen darüber, in welchen Speicherpositionen die einzelnen nacheinander auf den Lichtmodulator 21 zu übertragenden Bilder und die jeweils zu verwendenden Overlaydaten abgelegt sind. Die Triggerkarte 3 erhält Informationen darüber, an welchen Positionen die einzelnen Bildzeilen belichtet werden müssen.

Die Triggerkarte 3 stellt das Vorhandensein aller Informationen fest und löst daraufhin die Positionierung der Belichtungseinheit 8 per Handshake mit der Motorsteuerung 12 aus. Mit Erreichen jeder vorprogrammierten Position wird ein entsprechender Impuls auf der Triggerleitung 20 ausgegeben, so dass die Belichtung synchronisiert mit der Bewegung erfolgt. Dabei wird abgezählt für jedes im Zwischenspeicher 16 abgelegte Bild ein Triggerimpuls erzeugt.

Während ein solcher Scrollvorgang abläuft, wird der jeweils nicht für die Übertragung von Daten auf den Lichtmodulator 21 verwendete Teilspeicher 17 bzw. 18 parallel mit den Bildinformationen für den nächsten Bildstreifen 26 geladen, so dass die Belichtung des nächsten Bildstreifens 26 gleich anschließend an die Belichtung des vorhergehenden Bildstreifens 25 erfolgen kann.

---

## BEZUGSZEICHENLISTE

- |    |     |                             |
|----|-----|-----------------------------|
|    | 1.  | Steuervorrichtung           |
|    | 2.  | Bildspeicher                |
| 5  | 3.  | Triggerkarte                |
|    | 4.  | Belichtungsdatenmanager     |
|    | 5.  | Positionsdatenmanager       |
|    | 6.  | Bilddatenmanager            |
|    | 7.  | Scrolleinrichtung           |
| 10 | 8.  | Belichtungseinheit          |
|    | 9.  | Servomotor                  |
|    | 10. | lichtempfindliches Material |
|    | 11. | Steuerleitung               |
|    | 12. | Motorsteuerung              |
| 15 | 13. | Positionssensor             |
|    | 14. | Signalleitung               |
|    | 15. | Signalleitung               |
|    | 16. | Zwischenspeicher            |
|    | 17. | Teilspeicher                |
| 20 | 18. | Teilspeicher                |
|    | 19. | Datenleitung                |
|    | 20. | Triggerleitung              |
|    | 21. | Lichtmodulator              |
|    | 22. | Lichtquelle                 |
| 25 | 23. | Abbildungsoptik             |
|    | 24. | Teilbild                    |
|    | 25. | Bildstreifen                |
|    | 26. | Bildstreifen                |
|    | 27. | Datenleitung                |
| 30 | 28. | Hand-shake-Leitung          |

---

## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum digitalen Belichten von lichtempfindlichen Materialien, mit einem elektronischen Bildspeicher (2) zum Speichern einer Bildvorlage, mit einer Belichtungseinheit (8), die vorzugsweise eine Lichtquelle (22),  
5 einen elektronisch ansteuerbaren Lichtmodulator (21) zur Darstellung eines Teilbildes (24) der Bildvorlage und eine Abbildungsoptik (23) zur Projektion des Teilbildes (24) auf das lichtempfindliche Material (10) umfasst, mit einer aus Motoren (9) und einer Motorsteuerung (12) bestehenden Antriebsvorrichtung zur Bewegung der Belichtungseinheit  
10 (8) parallel zur Oberfläche des lichtempfindlichen Materials (10), mit einer Scrolleinrichtung (7) zum Scrollen eines Bildstreifens (25, 26) der Bildvorlage durch den Lichtmodulator (21) und einer Steuervorrichtung (1) zur Synchronisierung der Antriebsvorrichtung (9, 12) mit der Scrolleinrichtung (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein schneller  
15 Zwischenspeicher (16) zum Speichern eines streifenförmigen Bereichs (25, 26) der Bildvorlage vorgesehen ist, aus dem die Bilddaten für das jeweils zu belichtende Teilbild (24) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) auf den Lichtmodulator (21) übertragbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der  
20 Zwischenspeicher (16) in der Belichtungseinheit (8) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der  
25 Zwischenspeicher (16) zwei Teilspeicher (17, 18) für die Speicherung von zwei Bildstreifen (25, 26) der Bildvorlage umfasst und dass während der Übertragung der Daten aus einem ersten Teilspeicher (17) zum Lichtmodulator (21) für die Belichtung eines ersten Bildstreifens (25) die Daten für die Belichtung des nächsten Bildstreifens (26) der Bildvorlage vom Bildspeicher (2) zum zweiten Teilspeicher (18) übertragbar sind.

- 
4. Vorrichtung nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (1) aus einem Computer mit einem Steuerprogramm besteht, wobei auch der Bildspeicher (2) im Computer untergebracht ist.
- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuerprogramm einen Belichtungsdatenmanager (4), einen Bilddatenmanager (6) und einen Positionsdatenmanager (5) umfasst, wobei die Bilddaten des Bildspeichers (2) durch den
- 10 Belichtungsdatenmanager (4) in für die streifenweise Belichtung geeignete Datenpakete aufgeteilt und an den Bilddatenmanager (6) übergeben werden, wobei der Belichtungsdatenmanager (4) Positionsdaten und Geschwindigkeitsdaten für die Motorsteuerung (12) erzeugt, die an den Positionsdatenmanager (5) übergeben werden.
- 15 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (1) die Scrolleinrichtung (7) umfasst, die mit einer hardwaremäßig ausgestalteten Triggerkarte (3) zusammenwirkt, dass die Triggerkarte (3) mit Positionssensoren (13) verbunden ist, die Daten über die tatsächliche Position der Belichtungseinheit (8) liefern, und dass die
- 20 Triggerkarte (3) den Datenfluss vom Zwischenspeicher (16) zum Lichtmodulator (21) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) steuert, wobei ein Handshake (28) zwischen Triggerkarte (3) und Motorsteuerung (12) die Motorsteuerung (12) veranlasst, die Positions- und Geschwindigkeitsdaten aus dem Positionsdatenmanager (5) abzurufen und die Servomotoren (9) entsprechend anzusteuern.
- 25 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scrolleinrichtung (7) mit dem Bilddatenmanager (6) derart zusammenwirkt, dass die streifenweise Übertragung der Bilddaten vom Bilddatenmanager (6) zum Zwischenspeicher (16) immer dann erfolgt,

---

wenn aus dem jeweiligen Teilspeicher (17, 18) gerade keine Daten für die Ansteuerung des Lichtmodulators (21) entnommen werden.

- 5 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Belichtungszeit für ein Pixel ungefähr gleich der Fahrzeit ist, die die Belichtungseinheit (8) zum Überfahren einer Pixelbreite benötigt.
- 10 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass sich die Bildstreifen (25, 26) teilweise überlappen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte zu den Rändern der Bildstreifen (25, 26) hin abnehmend angeordnet ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.
- 15 10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass die Bildstreifen (25, 26) nahtlos aneinander stoßen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte so eingestellt wird, dass der optische Eindruck des linken und rechten Randes der Bildstreifen (25, 26) identisch ist, so dass sich eine
- 20 gleichmäßige Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.
- 25 11. Verfahren zum digitalen Belichten von lichtempfindlichen Materialien unter Verwendung einer Vorrichtung mit einem elektronischen Bildspeicher (2) zum Speichern einer Bildvorlage, mit einer Belichtungseinheit (8), die vorzugsweise eine Lichtquelle (22), einen elektronisch ansteuerbaren Lichtmodulator (21) zur Darstellung eines Teilbildes (24) der Bildvorlage und eine Abbildungsoptik (23) zur Projektion des Teilbildes (24) auf das lichtempfindliche Material (10) umfasst, mit einer aus Motoren (9) und einer Motorsteuerung (12) bestehenden Antriebsvorrichtung zur Bewegung der Belichtungseinheit (8) parallel zur Oberfläche des

lichtempfindlichen Materials (10), mit einer Scrolleinrichtung (7) zum Scrollen eines Bildstreifens (25, 26) der Bildvorlage durch den Lichtmodulator (21) und einer Steuervorrichtung (1) zur Synchronisierung der Antriebsvorrichtung (9, 12) mit der Scrolleinrichtung (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren die Verwendung eines schnellen Zwischenspeichers (16) umfasst, in dem ein streifenförmiger Bereich (25, 26) der Bildvorlage gespeichert wird, aus dem die Bilddaten für das jeweils zu belichtende Teilbild (24) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) auf den Lichtmodulator (21) übertragen werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zwischenspeicher (16) zwei Teilspeicher (17, 18) für die Speicherung von zwei Bildstreifen (25, 26) der Bildvorlage umfasst und dass während der Übertragung der Daten aus einem ersten Teilspeicher (17) zum Lichtmodulator (21) für die Belichtung eines ersten Bildstreifens (25) die Daten für die Belichtung des nächsten Bildstreifens (26) der Bildvorlage vom Bildspeicher (2) zum zweiten Teilspeicher (18) übertragen werden.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuerprogramm einen Belichtungsdatenmanager (4), einen Bilddatenmanager (6) und einen Positionsdatenmanager (5) umfasst, dass die Bilddaten des Bildspeichers (2) durch den Belichtungsdatenmanager (4) in für die streifenweise Belichtung geeignete Datenpakete aufgeteilt und an den Bilddatenmanager (6) übergeben werden, wobei der Belichtungsdatenmanager (4) Positionsdaten und Geschwindigkeitsdaten für die Motorsteuerung (12) erzeugt, die an den Positionsdatenmanager (5) übergeben werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (1) die Scrolleinrichtung (7) umfasst, dass die Scrolleinrichtung (7) mit einer hardwaremäßig ausgestalteten Triggerkarte (3) zusammenwirkt, die mit Positionssensoren (13) verbunden ist, dass

die Positionssensoren (13) Daten über die tatsächliche Position der Belichtungseinheit (8) liefern, und dass die Triggerkarte (3) den Datenfluss vom Zwischenspeicher (16) zum Lichtmodulator (21) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) steuert, wobei ein Handshake (28) zwischen Triggerkarte (3) und Motorsteuerung (12) die Motorsteuerung (12) veranlasst, die Positions- und Geschwindigkeitsdaten aus dem Positionsdatenmanager (5) abzurufen und die Servomotoren (9) entsprechend anzusteuern.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scrolleinrichtung (7) mit dem Bilddatenmanager (6) derart zusammenwirkt, dass die streifenweise Übertragung der Bilddaten vom Bilddatenmanager (6) zum Zwischenspeicher (16) immer dann erfolgt, wenn aus dem jeweiligen Teilspeicher (17, 18) gerade keine Daten für die Ansteuerung des Lichtmodulators (21) entnommen werden.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Belichtungszeit für ein Pixel ungefähr gleich der Fahrzeit ist, die die Belichtungseinheit (8) zum Überfahren einer Pixelbreite benötigt.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass sich die Bildstreifen (25, 26) teilweise überlappen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte zu den Rändern der Bildstreifen (25, 26) hin abnehmend angeordnet ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass die Bildstreifen (25, 26) nahtlos aneinander stoßen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro



in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte so eingestellt wird, dass der optische Eindruck des linken und rechten Randes der Bildstreifen (25, 26) identisch ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.

---

## ZUSAMMENFASSUNG

### Vorrichtung und Verfahren zum digitalen Belichten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Belichten von lichtempfindlichen Materialien, mit einem elektronischen Bildspeicher (2) zum Speichern einer Bildvorlage, mit einer Belichtungseinheit (8), die eine Lichtquelle (22), einen elektronisch ansteuerbaren Lichtmodulator (21) zur Darstellung eines Teilbildes (24) der Bildvorlage (2) und eine Abbildungsoptik (23) zur Projektion des Teilbildes (24) auf das lichtempfindliche Material (10) umfasst, mit einer aus Motoren (9) und einer Motorsteuerung (12) bestehenden Antriebsvorrichtung zur Bewegung der Belichtungseinheit (8) parallel zur Oberfläche des lichtempfindlichen Materials (10), mit einer Scrolleinrichtung (7) zum Scrollen eines Bildstreifens (25, 26) der Bildvorlage durch den Lichtmodulator (21) und einer Steuervorrichtung (1) zur Synchronisierung der Antriebsvorrichtung (9, 12) mit der Scrolleinrichtung (7). Zur Reduzierung der Bearbeitungszeit für die Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein schneller Zwischenspeicher (16) zum Speichern eines streifenförmigen Bereichs vorgesehen ist, aus dem die Bilddaten für das jeweils zu belichtende Teilbild (24) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) auf den Lichtmodulator (21) übertragbar sind.

(Figur 1)

[illegible]